

DISPOSITIF OPTIQUE POUR DETECTER DE LA LUMIERE

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un
5 dispositif optique qui permet de collecter de la
lumière émise par des constituants d'un fluide ou d'un
gaz sous l'action d'un faisceau lumineux incident. Elle
s'applique en particulier à la détection de composants
circulant dans un tube.
10

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

En chimie analytique, l'analyse des
composants d'un liquide ou d'un gaz fait appel, entre
autres, à des techniques de séparation, comme la
15 Chromatographie Liquide à Haute Performance ou
l'électrophorèse capillaire, en association avec un
détecteur. Ce liquide ou ce gaz circule dans un tube,
et la mission du détecteur est d'identifier un ou
plusieurs constituants de ce liquide ou de ce gaz.

20 Les détecteurs de lumière fonctionnent tous
sur le même principe : un faisceau lumineux incident
vient éclairer le tube, et la lumière émise ou
transmise par le composant à détecter est collectée
dans une direction. La performance d'un détecteur est
25 liée à sa capacité à identifier un ou plusieurs
composants dans un liquide ou un gaz. Elle se mesure en
général en terme de sensibilité. L'homme de l'art
injecte différentes concentrations d'un produit dans le
détecteur, et la limite de détection correspond à la

concentration de produit la plus faible que le détecteur est capable d'identifier. L'objectif d'un détecteur est de présenter les performances les plus élevées possibles quant à la détection.

5 Le brevet US-A-4 548 498 divulgue un dispositif détecteur de la fluorescence induite par un faisceau laser pour une utilisation en chromatographie liquide. Un faisceau laser est dirigé sur un flux de liquide. La lumière de fluorescence émise par le
10 liquide au point d'illumination est dirigée, via un miroir, vers un organe de mesure.

 Le brevet US-A- 4 675 300 divulgue un dispositif de détection d'une lumière de fluorescence provoquée par l'excitation laser d'un liquide
15 d'intérêt. La lumière de fluorescence émanant du liquide sous excitation laser est collectée par une fibre optique.

 Le brevet US-A- 5 926 271 divulgue un détecteur de fluorescence induite par un faisceau
20 laser. Le détecteur comprend un moyen pour émettre un faisceau laser, une cellule ménagée à l'intérieur d'un capillaire, la cellule recevant un soluté contenant au moins une substance inconnue fluorescente à la longueur d'onde du laser, des moyens d'illumination comprenant
25 une lentille à faible ouverture numérique, une lentille en forme de bille, les mêmes moyens optiques collectant la fluorescence émise qui est traitée pour fournir les résultats de l'analyse. La lentille en forme de bille convertit le faisceau laser en un faisceau divergeant
30 pour permettre d'illuminer un grand volume de la cellule.

Un défaut important des détecteurs de lumière de l'art connu est de ne collecter qu'une partie de la lumière de fluorescence, ce qui réduit les performances des détecteurs en termes de détection.

5

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention permet de remédier aux inconvénients de l'art antérieur en proposant un dispositif permettant de collecter pratiquement la
10 totalité de la lumière émise en réponse à un faisceau lumineux d'excitation.

L'invention a pour objet un dispositif optique comprenant une cavité dont au moins une partie présente une forme ellipsoïdale avec un premier foyer
15 et un deuxième foyer, le dispositif comprenant des moyens permettant de présenter un milieu comportant des composants à analyser dans la cavité au niveau du premier foyer, le dispositif comprenant également des
20 moyens permettant de véhiculer dans la cavité un faisceau lumineux d'excitation selon un trajet passant également par le premier foyer pour éclairer ledit milieu au niveau du premier foyer, ladite partie de
forme ellipsoïdale de la cavité présentant une paroi réfléchissante à une lumière émise par ledit milieu en
25 réponse au faisceau lumineux d'excitation, le dispositif comprenant des moyens de collection de ladite lumière émise situés au niveau du deuxième foyer.

L'invention permet ainsi d'éliminer l'un
30 des inconvénients de l'art antérieur qui est que le point d'excitation et le point de collecte de la

lumière émise sont confondus. Le dispositif optique selon l'invention sépare ces points. Comme le dispositif entoure le point d'excitation, il permet donc une collecte de la lumière émise de façon volumétrique et son rendement de collection est très supérieur aux systèmes basés sur une collecte de la lumière selon un axe.

Selon une variante de réalisation, les moyens permettant de présenter ledit milieu sont des moyens permettant de faire circuler le milieu selon un trajet passant par le premier foyer. Le trajet des moyens permettant de faire circuler un milieu et le trajet des moyens permettant de véhiculer un faisceau d'excitation peuvent être orthogonaux entre eux au niveau du premier foyer. Le trajet des moyens permettant de faire circuler le milieu et le trajet des moyens permettant de véhiculer un faisceau d'excitation forment un angle inférieur à 90° entre eux au niveau du premier foyer.

Le trajet des moyens permettant de faire circuler le milieu et le trajet des moyens permettant de véhiculer un faisceau d'excitation peuvent être tous deux perpendiculaires à l'axe de l'ellipsoïde correspondant à la forme ellipsoïdale.

Les moyens permettant de faire circuler le milieu peuvent comprendre un tube transparent au moins au niveau du premier foyer. Selon un autre mode de réalisation, ils peuvent comprendre un tube injecteur du milieu présentant une extrémité située d'un côté du premier foyer et un tube collecteur dudit milieu présentant une extrémité située de l'autre côté du

premier foyer pour que le fluide soit soumis directement au faisceau lumineux d'excitation. Le dispositif peut alors être pourvu d'orifices pour le passage du tube ou du tube injecteur et du tube
5 collecteur.

Le dispositif peut être pourvu d'un orifice d'entrée du faisceau lumineux d'excitation et, éventuellement, d'un orifice de sortie du faisceau lumineux d'excitation.

10 Selon une autre variante de réalisation, les moyens permettant de présenter ledit milieu comprennent un étui épousant la forme de ladite partie et permettant de loger ledit milieu au niveau du premier foyer. Si l'étui est transparent, la paroi
15 réfléchissante est la paroi de ladite partie. L'étui peut aussi être en un matériau constituant ladite paroi réfléchissante.

Selon une autre variante de réalisation, les moyens permettant de présenter ledit milieu
20 comprennent un support comprenant ledit milieu et pouvant être inséré dans le dispositif optique pour présenter ledit milieu au niveau du premier foyer. Le support peut comprendre au moins un logement pour loger ledit milieu. Il peut comprendre au moins un canal
25 interne au support pour transporter ledit milieu au niveau du premier foyer, dans une partie transparente du support. Ce support peut être un « laboratoire sur puce » (en anglais « Lab on a chip »).

Selon les cas, la cavité peut être
30 complètement remplie d'une substance transparente au faisceau lumineux d'excitation et à ladite lumière

émise, les moyens de collection de la lumière émise comprenant une ouverture équipée d'une lentille concave, de concavité tournée vers l'extérieur du dispositif, dont le point focal coïncide avec le
5 deuxième foyer, situé à l'extérieur du dispositif optique, et dont l'axe est l'axe de l'ellipsoïde correspondant à la forme ellipsoïdale, la lumière émise ne traversant ainsi aucune couche d'air avant de sortir de la lentille concave.

10 Les moyens de collection de la lumière émise peuvent comprendre une ouverture pour laisser passer la lumière collectée au deuxième foyer. Ils peuvent ainsi comprendre une ouverture équipée d'une lentille ou d'un groupe de lentilles dont l'axe est
15 l'axe de l'ellipsoïde correspondant à la forme ellipsoïdale et dont le point focal coïncide avec le deuxième foyer. La lentille ou le groupe de lentilles peut être disposé dans un logement de réception du dispositif et être fixé au dispositif par un élément de
20 maintien.

Le dispositif peut être constitué d'au moins deux pièces assemblées. L'une des pièces peut comporter la partie présentant une forme ellipsoïdale, l'autre pièce présentant une forme choisie parmi les
25 formes sphérique, parabolique, hyperbolique et ellipsoïdale, pour compléter la cavité. Il peut être réalisé en matériau métallique. Il peut aussi être réalisé en matériau plastique, la paroi réfléchissante de la cavité étant formée d'un matériau métallique.
30 Avantageusement, le matériau métallique est un matériau absorbant la lumière à la longueur d'onde du faisceau

lumineux d'excitation et réfléchissant la lumière à la longueur d'onde de la lumière émise.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

5 L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

10 - la figure 1 est une vue en coupe illustrant, de manière schématique, un dispositif optique pour détecteur de lumière, selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe selon l'axe II-II de la figure 1,

15 - la figure 3 illustre une variante de réalisation correspondant à la vue en coupe selon l'axe II-II de la figure 1 ;

- la figure 4 illustre de façon schématique l'utilisation du dispositif optique selon l'invention, 20 pour un détecteur de fluorescence induite par laser, le détecteur comprenant deux lentilles et deux filtres optiques ;

- la figure 5 illustre de façon schématique l'utilisation du dispositif optique selon l'invention, 25 pour un détecteur de fluorescence induite par laser, le détecteur comprenant une lentille et deux filtres optiques,

- la figure 6 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif optique selon la présente 30 invention,

- la figure 7 est une vue en coupe longitudinale d'un autre dispositif optique selon la présente invention.

5 EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale illustrant, de manière schématique, un dispositif optique 1 pour détecter la lumière, selon l'invention.

10 Le dispositif 1 est réalisé par exemple en un matériau métallique tel que l'aluminium. Il comporte une cavité interne 2 pratiquement fermée. La cavité 2 a la forme d'un ellipsoïde de révolution caractérisé par un premier foyer F_1 , un deuxième foyer F_2 et un axe de
15 révolution A. Au niveau du premier foyer F_1 , le dispositif est traversé par deux trous 3 et 4 qui se croisent au premier foyer F_1 . Le trou 3 est destiné au passage d'un faisceau lumineux d'excitation, par exemple un faisceau laser. Le trou 4 est destiné au
20 passage d'un milieu (liquide ou gaz) à analyser, le fluide pouvant être véhiculé à l'intérieur d'un tube. Le dispositif 1 est pourvu, au niveau du deuxième foyer F_2 d'une ouverture 5.

On suppose qu'un fluide contenant des
25 composants à identifier transite au premier foyer F_1 en passant par le trou 4. Au niveau du premier foyer F_1 , le fluide est excité par un faisceau lumineux passant par le trou 3. En réponse au faisceau d'excitation, les composants à identifier émettent de la lumière à
30 l'intérieur de la cavité 2.

Le principe du dispositif optique selon l'invention repose sur l'une des propriétés de l'ellipse : lorsque deux rayons, ayant respectivement pour centre l'un des deux foyers de l'ellipse, se rejoignent sur un point de l'ellipse, les angles d'incidence de ces deux rayons au point de contact sont symétriques. En conséquence, un faisceau lumineux 6, émis à partir du premier foyer F_1 , passe nécessairement, après réflexion sur la paroi de la cavité, par le deuxième foyer F_2 . Ce faisceau réfléchi peut alors être collecté par l'ouverture 5, éventuellement après plusieurs réflexions sur la paroi de la cavité 2. A noter que certains faisceaux lumineux peuvent sortir directement par l'orifice 5 : c'est le cas de la lumière émise du voisinage immédiat de l'axe A.

Les trous 3 et 4 se croisant au premier foyer F_1 peuvent être tous deux orthogonaux à l'axe A de l'ellipsoïde. Ils peuvent aussi être orthogonaux entre eux ou former entre eux un angle déterminé.

La figure 2 est une vue en coupe selon l'axe II-II de la figure 1 et complétée par quelques éléments nécessaires au fonctionnement du dispositif optique. Dans cet exemple de réalisation, les trous 3 et 4 se coupent de manière orthogonale. Le trou 4 permet le passage d'un tube transparent 7 véhiculant le milieu à analyser. Le trou 3 permet le passage d'un faisceau lumineux 8 d'excitation du milieu à analyser, au niveau du premier foyer F_1 . Dans l'exemple représenté, le faisceau lumineux d'excitation sort du dispositif par l'autre partie du trou 3.

La figure 3 est une autre vue en coupe correspondant à l'axe II-II de la figure 1 mais avec quelques modifications. Dans cet exemple de réalisation, les trous 3 et 4 sont toujours orthogonaux à l'axe de symétrie A mais ils ne sont plus orthogonaux entre eux. L'axe du trou 3 et l'axe du trou 4 peuvent alors faire entre eux un angle tel que les réflexions de la lumière émise par le fluide et qui parviennent sur le matériau transparent du tube 7 soient concentrées vers un endroit particulier. Cet endroit particulier peut être l'une des parties du trou 4 servant au passage du tube 7. Ce peut être l'entrée d'un conduit 9 positionné sur l'une des parties du trou 4. Ce peut être également l'association de l'une des parties du trou 4 et l'entrée d'un conduit 9.

La figure 4 illustre de façon schématique une utilisation possible du dispositif optique selon l'invention. On reconnaît sur cette figure le dispositif optique 1 selon l'invention avec son axe A, son premier foyer F_1 et son deuxième foyer F_2 . Le faisceau lumineux d'excitation 8 est émis par un laser 10 et focalisé au premier foyer F_1 par une lentille de focalisation 11. Le fluide circulant dans le tube 7 est soumis, au premier foyer F_1 , au faisceau d'excitation 8. La lumière émise en réponse au faisceau lumineux d'excitation est collectée par l'ouverture 5 comme issue du deuxième foyer F_2 . La lumière collectée sortant du dispositif optique 1 forme un faisceau divergent 12 qui est traité par un ensemble comprenant, en succession, une lentille de collection 13 fournissant un faisceau lumineux parallèle, un filtre

Notch 14, un filtre optique de type passe-haut 15 et une lentille de focalisation 16. Cet ensemble permet de focaliser un faisceau lumineux filtré 17 sur un élément récepteur, par exemple un tube photomultiplicateur 18.

5 La figure 5 illustre de façon schématique une autre utilisation possible du dispositif optique selon l'invention. Les mêmes références qu'à la figure 4 représentent les mêmes éléments. Dans cet exemple, le dispositif optique 1 est équipé, à l'ouverture 5, d'une
10 lentille de collection 19 dont l'axe optique est confondu avec l'axe de révolution A et dont le point focal coïncide avec le deuxième foyer F_2 . La lentille de collection 18 fournit un faisceau parallèle 20 qui, après filtrage au moyen d'un filtre Notch 14 et d'un
15 filtre optique passe-haut 15, parvient au tube photomultiplicateur 18.

 La figure 6 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif optique selon la présente invention et dans une version plus concrète. Le
20 dispositif comprend une première partie 31 de forme générale cylindrique, par exemple en aluminium, présentant une cavité 32 qui a une forme ellipsoïdale non achevée. La forme ellipsoïdale procure un premier foyer F'_1 et un deuxième foyer F'_2 sur l'axe de symétrie
25 A'. La première partie 31 comporte un trou 33, destiné au passage d'un faisceau lumineux d'excitation, passant par le premier foyer F'_1 orthogonal à l'axe A'. Elle comporte également un trou 34, destiné au passage d'un tube véhiculant un fluide à analyser, passant également
30 par le premier foyer F'_1 et orthogonal à l'axe A'. Les

trous 33 et 34 peuvent aussi être orthogonaux entre eux.

Une deuxième partie 35 par exemple en aluminium, de forme générale cylindrique et tubulaire, est vissée sur l'extérieur de la première partie 31 de manière à prolonger la cavité 32. Elle permet le logement de deux lentilles : une lentille concave 36 et une lentille convexe 37 de formes adaptées l'une à l'autre et disposées l'une contre l'autre. Le centre optique du groupe formé par les lentilles 36 et 37 est confondu avec le deuxième foyer F'_2 . L'axe optique de ce groupe de lentilles est également confondu avec l'axe de symétrie A' . Un élément de maintien 38, vissé à l'extrémité de la deuxième partie 35, assure la fixation du groupe de lentilles dans le dispositif optique.

La figure 7 est une vue en coupe longitudinale d'un autre dispositif optique selon la présente invention. Le dispositif comprend une première partie 41 de forme générale cylindrique, par exemple en aluminium, présentant une cavité 42 qui a une forme ellipsoïdale non achevée. La forme ellipsoïdale procure un premier foyer F''_1 et un deuxième foyer F''_2 sur l'axe de symétrie A'' . Le dispositif comprend une deuxième partie 72, de forme générale cylindrique, superposée à la première partie 41, une troisième partie 43, de forme générale cylindrique, qui se visse sur la première partie 41 et permet la fixation de la deuxième partie 72, et une quatrième partie 50 de fermeture de la cavité.

Les parties 72 et 43 sont percées de trous procurant un passage d'entrée 44 au faisceau lumineux d'excitation 45 et un passage de sortie 46 pour le faisceau lumineux d'excitation réfléchi 47. La partie
5 50 possède également un trou 48 pour le passage du faisceau lumineux d'excitation transmis 49.

La partie 72 possède des bouchons transparents 51 et 52 dans les passages 44 et 46. Les parties 72 et 43 possèdent une ouverture centrale
10 permettant l'installation d'une lentille concave 53 bouchant cette ouverture centrale. L'axe de la lentille 53 est confondu avec l'axe A''. La concavité de la lentille 53 est tournée vers l'extérieur du dispositif. Le foyer de la lentille 53 coïncide avec le deuxième
15 foyer F''₂.

Un support 60 du milieu contenant les constituants à analyser est disposé entre les parties 41 et 50. Le support 60 est transparent. Il comprend par exemple une lame de verre 61 recouvert d'une couche
20 de silicone 62 pourvue d'un canal 68 passant par le premier foyer F''₁. Le support 60 comporte, sur chacune de ses faces principales, un film de protection 63, 64. Le canal 68 permet l'écoulement d'un fluide à analyser au niveau du premier foyer F''₁.

L'intérieur de la cavité, y compris l'espace situé entre le support 60 et la partie 50 est rempli d'un matériau transparent 70 tel que le silicone de façon qu'il n'y ait pas de couche d'air le long des trajets de la lumière émise par le fluide à analyser
30 afin de ne pas introduire un indice de réfraction parasite.

REVENDICATIONS

1. Dispositif optique (1) comprenant une cavité (2, 32) dont au moins une partie présente une
5 forme ellipsoïdale avec un premier foyer (F_1 , F'_1) et un deuxième foyer (F_2 , F'_2) , le dispositif comprenant des moyens permettant de présenter un milieu comportant des composants à analyser dans la cavité au niveau du premier foyer, le dispositif comprenant également des
10 moyens permettant de véhiculer dans la cavité un faisceau lumineux d'excitation selon un trajet passant également par le premier foyer pour éclairer ledit milieu au niveau du premier foyer, ladite partie de forme ellipsoïdale de la cavité (2, 32) présentant une
15 paroi réfléchissante à une lumière émise par ledit milieu en réponse au faisceau lumineux d'excitation, le dispositif comprenant des moyens de collection de ladite lumière émise situés au niveau du deuxième foyer.

20

2. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens permettant de présenter ledit milieu sont des moyens permettant de faire circuler le milieu selon un trajet
25 passant par le premier foyer.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le trajet des moyens permettant de faire circuler le milieu et le trajet des moyens permettant de véhiculer un faisceau d'excitation sont
30 orthogonaux entre eux au niveau du premier foyer.

4. Dispositif optique selon la revendication 2, caractérisé en ce que le trajet des moyens permettant de faire circuler le milieu et le
5 trajet des moyens permettant de véhiculer un faisceau d'excitation forment un angle inférieur à 90° entre eux au niveau du premier foyer.

5. Dispositif optique selon l'une
10 quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le trajet des moyens permettant de faire circuler le milieu et le trajet des moyens permettant de véhiculer un faisceau d'excitation sont tous deux perpendiculaires à l'axe de l'ellipsoïde correspondant
15 à la forme ellipsoïdale.

6. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que les moyens permettant de faire circuler le milieu
20 comprennent un tube (7) transparent au moins au niveau du premier foyer (F_1).

7. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce
25 que les moyens permettant de faire circuler le milieu comprennent un tube injecteur du milieu présentant une extrémité située d'un côté du premier foyer et un tube collecteur dudit milieu présentant une extrémité située de l'autre côté du premier foyer pour que le milieu
30 soit soumis directement au faisceau lumineux d'excitation.

8. Dispositif optique selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'il est pourvu d'orifices (4, 34) pour le passage du tube (7) ou du tube injecteur et du tube collecteur.

9. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est pourvu d'un orifice d'entrée (3, 33) du faisceau lumineux d'excitation et, éventuellement, d'un orifice de sortie du faisceau lumineux d'excitation.

10. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens permettant de présenter ledit milieu comprennent un étui épousant la forme de ladite partie et permettant de loger ledit milieu au niveau du premier foyer.

11. Dispositif optique selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'étui étant transparent, la paroi réfléchissante est la paroi de ladite partie.

12. Dispositif optique selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'étui est en un matériau constituant ladite paroi réfléchissante.

13. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens permettant de présenter ledit milieu comprennent un support comprenant ledit milieu et pouvant être inséré

dans le dispositif optique pour présenter ledit milieu au niveau du premier foyer.

14. Dispositif optique selon la
5 revendication 13, caractérisé en ce que le support comprend au moins un logement pour loger ledit milieu.

15. Dispositif optique selon la
10 revendication 13, caractérisé en ce que le support comprend au moins un canal interne au support pour transporter ledit milieu au niveau du premier foyer, dans une partie transparente du support.

16. Dispositif optique selon l'une
15 quelconque des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que ledit support est un « laboratoire sur puce ».

17. Dispositif optique selon la
20 revendication 1, caractérisé en ce que les moyens permettant de présenter ledit milieu comprennent un support prévu dans la cavité et supportant ledit milieu de façon à le présenter au niveau du premier foyer.

18. Dispositif optique selon l'une
25 quelconque des revendications 2 à 9 et 13 à 17, caractérisé en ce que la cavité est complètement remplie d'une substance transparente au faisceau lumineux d'excitation et à ladite lumière émise, les moyens de collection de la lumière émise comprenant une
30 ouverture équipée d'une lentille concave, de concavité tournée vers l'extérieur du dispositif, dont le point

focal coïncide avec le deuxième foyer, situé à l'extérieur du dispositif optique, et dont l'axe est l'axe de l'ellipsoïde correspondant à la forme ellipsoïdale, la lumière émise ne traversant ainsi
5 aucune couche d'air avant de sortir de la lentille concave.

19. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce
10 que les moyens de collection de la lumière émise comprennent une ouverture (5) pour laisser passer la lumière collectée au deuxième foyer.

20. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce
15 que les moyens de collection de la lumière émise comprennent une ouverture équipée d'une lentille ou d'un groupe de lentilles (36, 37) dont l'axe est l'axe de l'ellipsoïde (A') correspondant à la forme
20 ellipsoïdale et dont le point focal coïncide avec le deuxième foyer (F'_2).

21. Dispositif optique selon la revendication 20, caractérisé en ce que la lentille ou
25 le groupe de lentilles (36, 37) est disposé dans un logement de réception du dispositif et est fixé au dispositif par un élément de maintien (38).

22. Dispositif optique selon l'une
30 quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce

qu'il est constitué d'au moins deux pièces (31, 35) assemblées.

23. Dispositif optique selon la
5 revendication 22, caractérisé en ce que l'une des pièces comporte la partie présentant une forme ellipsoïdale, l'autre pièce présentant une forme choisie parmi les formes sphérique, parabololoïde, hyperboloïde et ellipsoïdale, pour compléter la cavité.

10

24. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, caractérisé en ce qu'il est réalisé en un matériau métallique.

15 25. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, caractérisé en ce qu'il est réalisé en matériau plastique, la paroi réfléchissante de la cavité étant formée d'un matériau métallique.

20

26. Dispositif optique selon l'une des revendications 24 ou 25, caractérisé en ce que le matériau métallique est un matériau absorbant la lumière à la longueur d'onde du faisceau lumineux
25 d'excitation et réfléchissant la lumière à la longueur d'onde de la lumière émise.

1 / 4

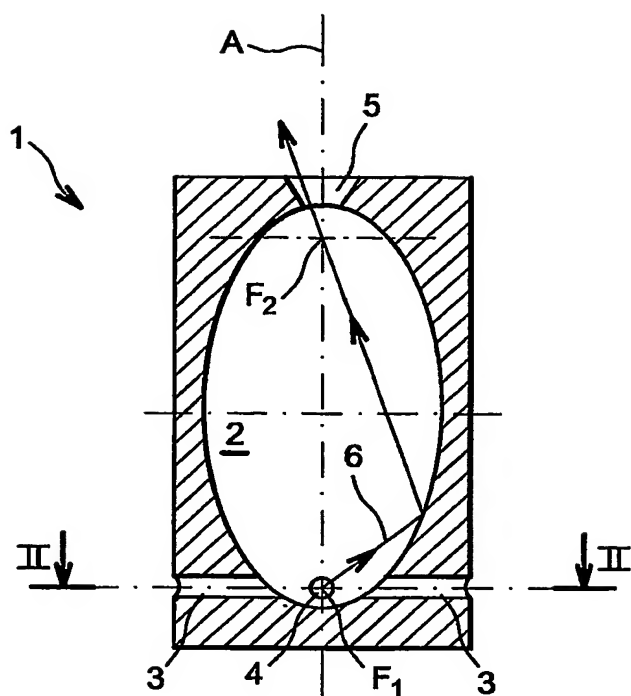


FIG. 1

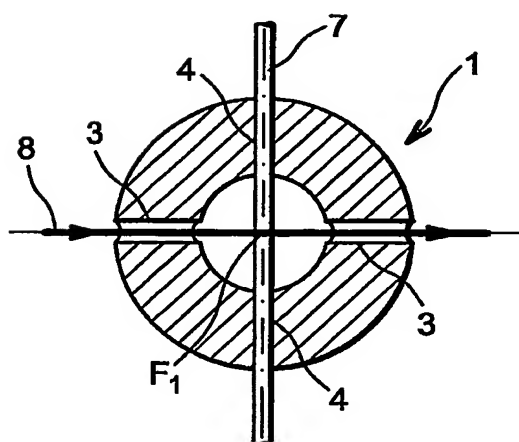


FIG. 2

2 / 4

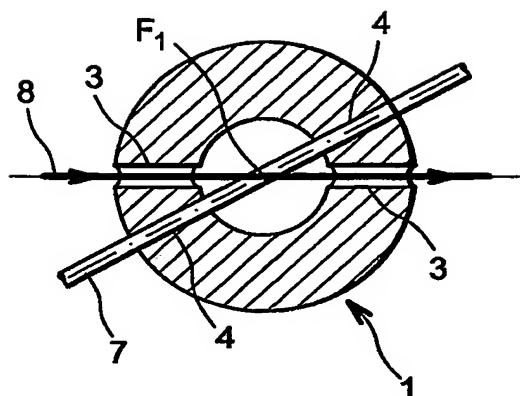


FIG. 3

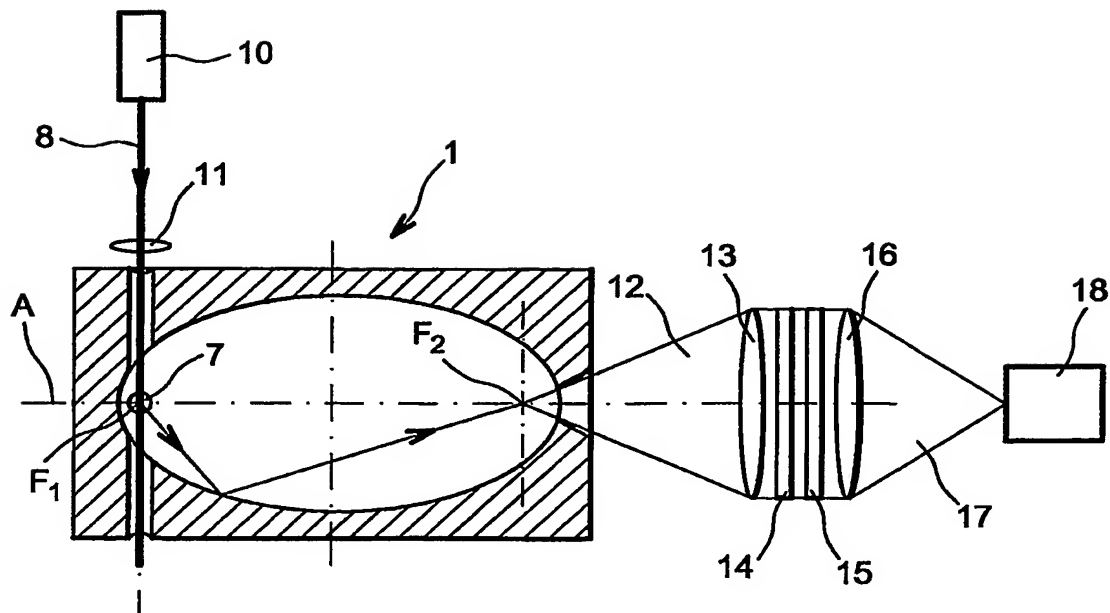


FIG. 4

3 / 4

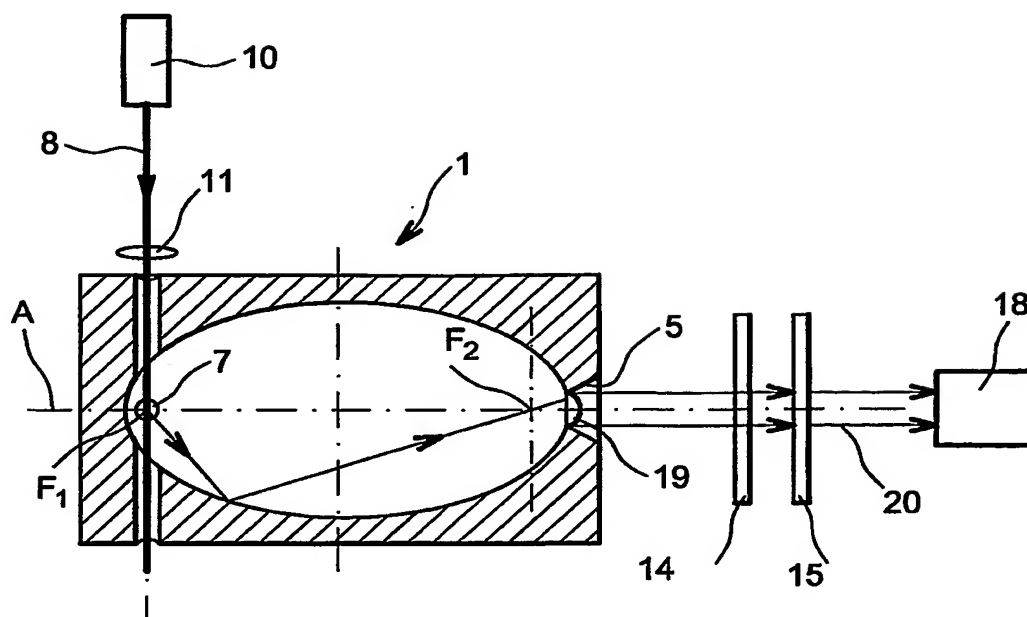


FIG. 5

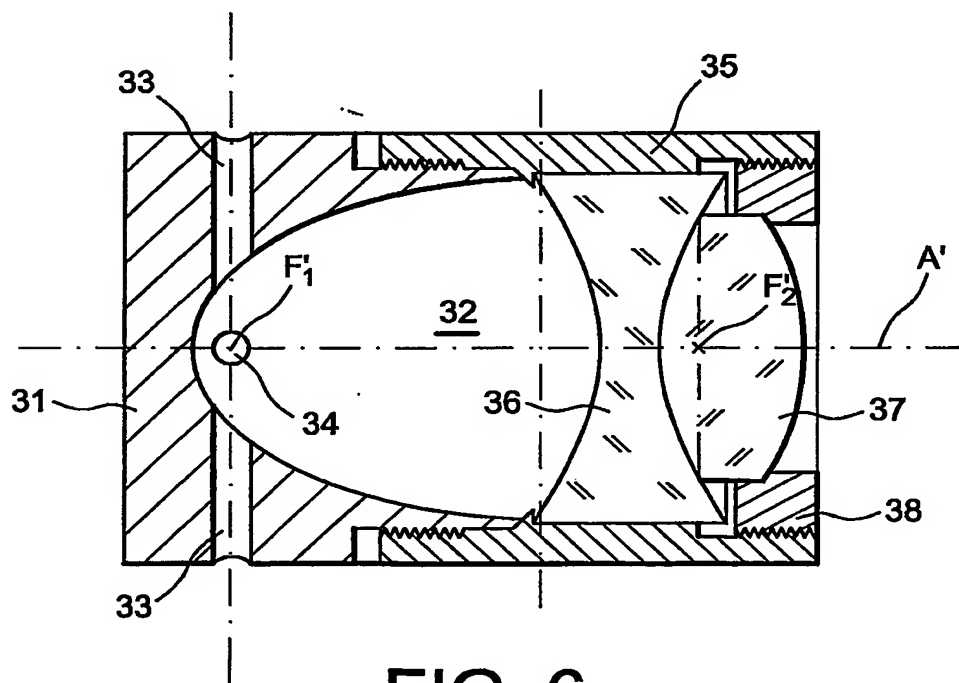


FIG. 6

4 / 4

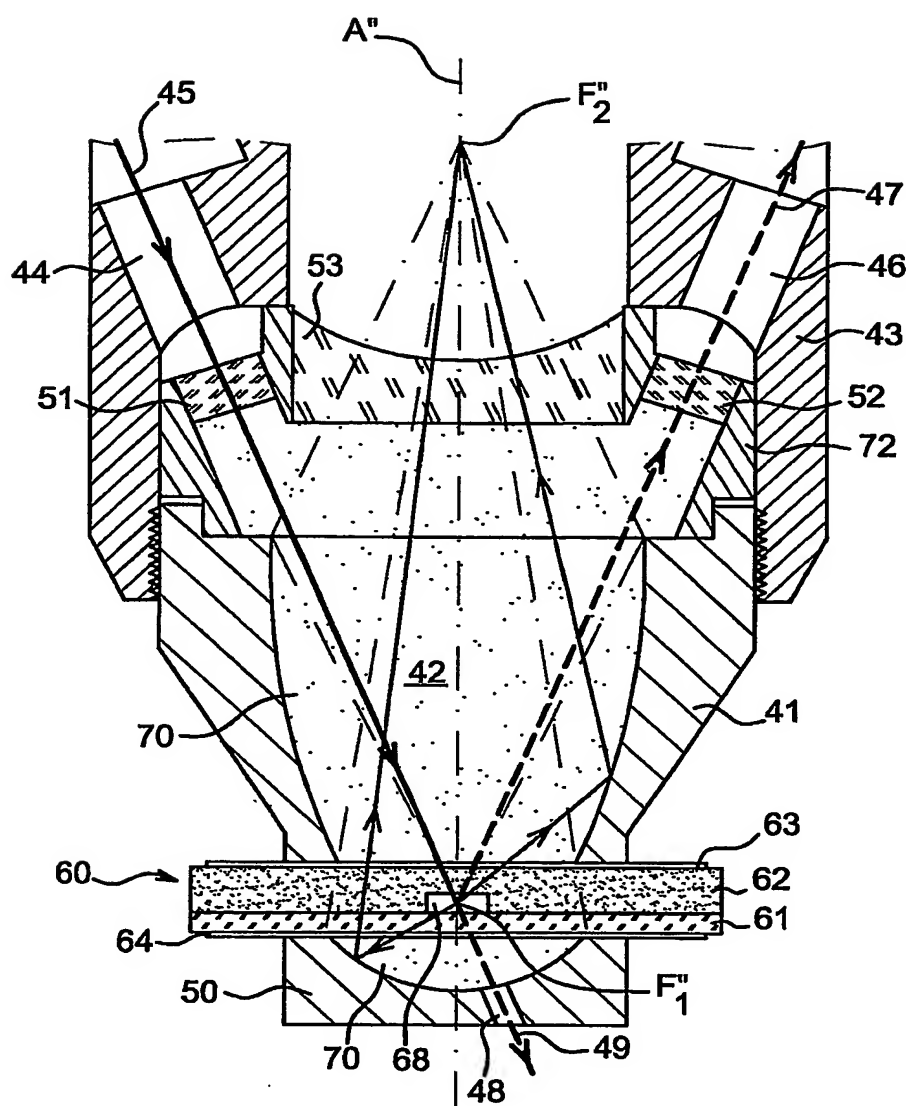


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050678

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N21/03 G01N15/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 946 239 A (SALZMAN ET AL) 23 March 1976 (1976-03-23)	1-16, 18-22, 24-26
Y	column 2, lines 28-40 column 3, lines 8-54 figures 1,2	23
X	US 5 430 541 A (SAPP ET AL) 4 July 1995 (1995-07-04) column 4, lines 38-62 column 6, lines 52-66	1, 13
Y	US 4 871 249 A (WATSON ET AL) 3 October 1989 (1989-10-03) column 1, line 66 - column 2, line 15 figure 4	23

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 May 2005

Date of mailing of the international search report

18/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Navas Montero, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050678

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with Indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 895 920 A (CARLSSON ET AL) 20 April 1999 (1999-04-20) figure 3a -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050678

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3946239	A	23-03-1976	NONE	
US 5430541	A	04-07-1995	DE 69433403 D1 DE 69433403 T2 EP 1418419 A2 EP 0717839 A1 WO 9416309 A1	22-01-2004 16-09-2004 12-05-2004 26-06-1996 21-07-1994
US 4871249	A	03-10-1989	GB 2206707 A , B	11-01-1989
US 5895920	A	20-04-1999	SE 503116 C2 DE 69529620 D1 DE 69529620 T2 EP 0791172 A1 SE 9403908 A WO 9615438 A1	25-03-1996 20-03-2003 27-11-2003 27-08-1997 25-03-1996 23-05-1996

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050678

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01N21/03 G01N15/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 3 946 239 A (SALZMAN ET AL) 23 mars 1976 (1976-03-23)	1-16, 18-22, 24-26
Y	colonne 2, ligne 28-40 colonne 3, ligne 8-54 figures 1,2	23
X	US 5 430 541 A (SAPP ET AL) 4 juillet 1995 (1995-07-04) colonne 4, ligne 38-62 colonne 6, ligne 52-66	1,13
Y	US 4 871 249 A (WATSON ET AL) 3 octobre 1989 (1989-10-03) colonne 1, ligne 66 - colonne 2, ligne 15 figure 4	23
-/-		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 mai 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/05/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Navas Montero, E

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050678

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 895 920 A (CARLSSON ET AL) 20 avril 1999 (1999-04-20) figure 3a -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050678

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3946239	A	23-03-1976	AUCUN	
US 5430541	A	04-07-1995	DE 69433403 D1	22-01-2004
			DE 69433403 T2	16-09-2004
			EP 1418419 A2	12-05-2004
			EP 0717839 A1	26-06-1996
			WO 9416309 A1	21-07-1994
US 4871249	A	03-10-1989	GB 2206707 A , B	11-01-1989
US 5895920	A	20-04-1999	SE 503116 C2	25-03-1996
			DE 69529620 D1	20-03-2003
			DE 69529620 T2	27-11-2003
			EP 0791172 A1	27-08-1997
			SE 9403908 A	25-03-1996
			WO 9615438 A1	23-05-1996